

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 03075336
PUBLICATION DATE : 29-03-91

APPLICATION DATE : 16-08-89
APPLICATION NUMBER : 01211047

APPLICANT : NIPPON STEEL CORP;

INVENTOR : INOUE SHIYUUJI;

INT.CL. : C22C 38/00 C21D 6/00 C22C 38/40 C22C 38/44 C22C 38/50

TITLE : MARTENSITIC STAINLESS STEEL HAVING EXCELLENT CORROSION RESISTANCE AND ITS MANUFACTURE

ABSTRACT : PURPOSE: To obtain the martensitic stainless steel having excellent corrosion resistance in a wet carbon dioxide environment and having high resistance to cracking caused by wet hydrogen sulfide by forming it from the compsn. contg. each prescribed amt. of C, Si, Mn, Cr, Ni, Al and N.

CONSTITUTION: The above martensitic stainless steel is formed from the compsn., in which C is reduced, by weight, to <0.03% and contg. ≤1% Si, ≤2% Mn, >15 to 18% Cr, 1 to 5% Ni, 0.005 to 0.2% Al, 0.03 to 0.15% N and the balance Fe with impurities. For obtaining the stainless steel, the steel having the above componental compsn. is austenitized at 900 to 1100°C, is thereafter cooled to satisfactorily form martensite and is then subjected to tempering treatment at 560°C to the Ac₁ temp. or below. Next, the steel after subjected to the tempering treatment is cooled at a cooling rate more than that in air cooling, by which the objective martensitic stainless steel having excellent corrosion resistance can be obtnd.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

BEST AVAILABLE COPY

このうち1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1、2、3または4記載の耐食性の優れたマルテンサイト系ステンレス鋼。

(請求項6)付加成分として重量%で、

Ca 0.008%以下。 特許第403075336A_1> 812

希土類元素 0.02%以下

のうち1種または2種を含有することを特徴とする請求項1～2、3又は4または5記載の耐食性の

優れたマルテンサイト系ステンレス鋼。

(7)請求項1、2、3、4、5または6記載のマ

ルテンサイト系ステンレス鋼を、900～1100°C

でオーステナイト化した後、空冷以上の冷却速度

で冷却し、次いで560°C以上A₁温度以下の温

度で焼戻し処理を施した後、空冷以上の冷却速度

で冷却することを特徴とする耐食性の優れたマル

テンサイト系ステンレス鋼の製造方法。

3.発明の詳細な説明

(産業上の利用分野) 本発明は耐食性の優れたマル

テンサイト系ステンレス鋼およびその製造方法に係り、さらに詳しく述べる。

がまず検討され、例えばJIS G 3556 クライン、コロージョンC 84、スニエニチンバー 211 にあるように、高強度で比較的コストの安い鋼として AISI 410 あるいは 420 といらう。12～13%のCrを含有するマルテンサイト系ステンレス鋼が広く使用始めている。しかしながら、これらの鋼は湿润炭酸ガス環境ではあらても高温、例えば 120°C 以上の環境や Cl⁻イオン濃度の高い環境では耐食性が十分ではなくなり、腐食速度が大きいという難点を有する。さらにこれらの鋼は、石油・天然ガス中に硫化水素が含まれている場合には著しく耐食性が劣化して全面腐食や局部腐食、さらには応力腐食割れを生ずるという難点を有している。そのため上記のマルテンサイト系ステンレス鋼の使用は、例えば、S 分圧が 0.001 気圧といった極微量の H₂S を含むか、あるいは全く H₂S を含まない場合に限られてきた。

これに対し、硫化水素による割れに対する抵抗を増したマルテンサイト系ステンレス鋼として、例えば特開昭60-174859号公報、特開昭62-54063

号は例えば石油・天然ガスの掘削、輸送及び貯蔵において湿润炭酸ガスや湿润硫化水素を含む環境中で高い腐食抵抗および割れ抵抗を有する高強度

鋼とその製造方法に関する特許である。

(従来の技術) 特許第403075336A_1> 812

近年生産される石油・天然ガス中には、湿润な炭酸ガスを多く含有する場合が増加している。こうした環境で炭素鋼や低合金鋼は著しく腐食することがよく知られている。そのため、掘削に使用される油井管や輸送に使用されるラインパイプなどの防食対策として、腐食抑制剤の添加が従来より行なわれてきた。しかし、腐食抑制剤は高温ではその効果が失われる場合が多いことに加えて、海洋油井や海底パイプラインでは腐食抑制剤の添
加回収処理に要する費用は膨大なものとなり、通用できない場合が多い。従って、腐食抑制剤を添加する必要のない耐食材料に対するニーズが最近とみに高まっている。

本発明は湿润炭酸ガスを多く含む石油・天然ガスの耐食材料としては、耐食性の良好なステンレス鋼の適用

号公報にみられる鋼が提案されている。しかし、これらの鋼も CO₂ 環境での耐食性が必ずしも十分という訳ではなかった。

(発明が解決しようとする課題)

本発明はこうした現状に鑑みて、高温や高 Cl⁻イオン濃度の炭酸ガス環境でも十分な耐食性を有し、硫化水素を含む場合においても高い割れ抵抗を有するマルテンサイト系ステンレス鋼とその製造方法を提供することを目的としている。

(課題を解決するための手段)

本発明者らは、上記の目的を達成すべくマルテンサイト系ステンレス鋼の成分を種々検討してきた結果、ついに以下の知見を見出すに至った。
まずまず Ni を 1.5% を超えて鋼に添加すると湿润炭酸ガス環境における腐食速度が著しく小さくなり、かかる鋼に Ni を添加すると腐食速度は一段と小さくなることを見出した。そしてこの Ni の添加効果は、添加量を 0.1% 以上とすると顕著であることを見出した。また、Ni を 1% 以上添加した場合において、C²量を 0.03% 未満に低減すると程

Digitized by srujanika@gmail.com

この鋼は、高炭酸ガス環境中における耐食性がさらに改善され、第一第11発明の要旨とするところによれば、重量%で、Cr 12.0%以上、C 0.1%以上で、使用が可能になることから、Cr 15%超、C 8%以下、Ni 1%～5%、Si 1%以下、分かった。一方、Niを1%以上添加し、Cを0.013%以下、Mn 25%以下、VAl 0.001%～0.12%、N 0.03～0.05%未満に低減させた鋼に、Nを0.013%以上含有させ、0.125%を含有しない、Cを0.013%未満に低減し、VAlを下限値で、Mnを上限値で、Nを上限値で、Niを下限値で、Siを上限値で、Pを下限値で、Sを上限値で、このときかかる成分を有する鋼は、硫化水素を含む粗鋼に対する耐食性の優れたマルテンサイト系ステンレス鋼である。環境においても高い耐腐朽性を有するという新知識ある鋼にあり、特にその耐食性は、本発明の特徴である。

するさらに本発明者らは後述をすむが、Niを1%以上添加し、Crを0.03%未満に低減し、Nを0.03%～0.0-0.25%以下とSを0.001～1.0%以下に低減したところから、1%以上添加した鋼中のPを0.052～5%以下に低減することを特徴とする耐食性の優れたマルテンサイト系ステンレス鋼に成功する。また、Sを0.010～1%以下に低減するか、Oを0.004～0.01%以下に低減するか、系ステンレス鋼に成功する。

(19) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{S}_2$

飽和するので、上限含有量は 2 %とする。・
Cr は鋼中に残留して硫化水素中での割れ抵抗を低下
させるが、Cr はマルテンサイト系ステンレス鋼を構成する元素の一つであるので、含有量範囲は 0.0~0.5~0.2 %とす
ることとする最も基本的かつ必須の元素であって耐食性をもたらすものである。また、Cr は耐食性を付与するため
に必要な元素であるが、含有量が 15%以上 N : N は C を低減したマルテンサイト系ステン
レス鋼では耐食性が十分ではなく、一方 18%を超えるレバーラス鋼の強度を上昇させる元素として有効である
が、Cr を超えて添加すると他の合金元素をいかに調整しても辛うじて 10~10.5%未満ではその効果が充分ではなく、
焼き入れ後にマルテンサイト組織を得ることが困難で 0.0~1.5%を超えると Cr 原化物を生成して耐食性を
低下させ、また、割れ抵抗をも低下させて、含有量範囲は 0.0~0.3~0.1~1.5%とする。
N : N は温潤炭酸ガス環境におけるマルテンサイト系ステンレス鋼の腐食速度を著しく減少させ、本発明においては必要に応じてさらに以下の元素を
C および N の含有量を調整することによって硫化物を添加して特性を一段と向上させることができる。
水素を含む環境における割れ感受性を顕著に低下させる Mn は応力腐食割れ感受性を増加させる元素
とされるが、含有量が 1%程度であるのに少ないほうが好ましいが、あまりに少
くても 1%未満ではこれらの効果が不十分であり、5%を超えるレベルにまで低減せることは、いたずらに
見て添加してもその効果は飽和するので、1~5%をコストを上界させるのみで特性の改善効果は飽和
%の範囲に限定する。・
Al : Al は脱酸のために必要な元素であって含有
量が 0.0~0.5%未満ではその効果が十分ではなく、少ない含有量として 0.0~2.5%以下に低減すると
0.2%を超えて添加すると粗大な酸化物系介在物
耐応力腐食割れ性を確保するのに必要十分なほど

以上の結果より S と S は P と同様に応力腐食割れ感受性を増加させる 1%を超えて添加してもその効果は飽和するので上限含有量をさせる元素であるので少ないほうが好ましいが、また上限含有量は 1%とするよりも低減する。あまりに少ないレベルにまで低減させることはい Hf : Hf は 1%以上の Ni と共存して湿润炭酸ガスたずらにコストを上昇させるのみで特性の改善効果は環境の耐食性を改善するのに効果があるが、2%果は飽和するものであるから本発明の目的とする量を超えて添加してもその効果は飽和するばかりか、する耐食性に耐応力腐食割れ性を確保するのに必要な剛性など他の特性を低下させるようになるので上十分なほど少ない含有量として 0.01%以下に下限含有量は 2%とする。

上記結果を低減すると耐応力腐食割れ性が一段と改善されるときも W, W 1%以上の Ni と共存して湿润炭酸ガスを多く含む O₂, O₃ は多量に存在すると粗大な酸化物系非金属の環境の耐食性を改善するのに効果があるが、4%以上では介在物クラスターを生成して応力腐食割れ感受性を増加させるので少ないほうが好ましいが、あまり剛性など他の特性を低下させるようになるので上限含有量をあまりに少ないレベルにまで低減させることはいため下限含有量は 4%とする。

たずらにコストを上昇させるのみで特性の改善効果は Ti, Ti, Nb, Ta, Zr, Hf は V, Ti, Nb, Ta, Zr, Nb, Ta, Zr, Hf は飽和するものであるから本発明の目的とする量では耐食性を一段と向上させるのに有効な元素で耐食性、耐応力腐食割れ性を一段と改善するのに必要なが Ti, Ti, Nb, Ta, Hf では 0.2%, V, Nb では必要充分なほど少ない含有量として 0.004%以 0.5%をそれぞれ超えて添加すると粗大な析出物を下に低減すると耐応力腐食割れ性が一段と改善され、介在物を生成して硫化水素含有環境における割合でされるまでの耐食性をさらに改善するのに効果があるが、また Cu, Cu は 1%以上の Ni と共存して湿润炭酸ガスでは Ti, Zr, Ta, Hf では 0.2%, V, Nb では 0.5%と環境の耐食性をさらに改善するのに効果があるが、また Cu, Cu は 1%以上の Ni と共存して湿润炭酸ガスでは Ti, Zr, Ta, Hf では 0.2%, V, Nb では 0.5%と

- 250 -

Ca、希土類元素：Caおよび希土類元素(REM)とは「オーステナイト化後の冷却における冷却速度を熱間加工性の向上、耐食性の向上に効果のある元素」¹⁾と定められており、空冷以上²⁾の冷却速度をじたのは、空冷よりも遅い素であるが、Caは0.0 0 8%を超えて、希土類元素は0.0 2%を超えて添加すると、それそれ粗大化³⁾定の強度を確保することが困難になるからである。冷却速度ではマルテンサイトが充分生成せず、所な非金属介在物を生成して逆に熱間加工性および焼戻し温度を556.0°C以上PAを、温度以下とした耐食性を劣化させてるので、上限含有量はCaは0.0 0 8%⁴⁾の場合は、焼戻し温度が556.0°C未満では充分な焼戻0.0 0 8%、希土類元素は0.0 2%とした。⁵⁾なおや⁶⁾しが行われず、焼戻し温度がA₁温度を超えると本発明において希土類元素とは原子番号が5~7⁷⁾の一部がオーステナイト化したその後の冷却時にフレ7~1番および8~9~10~3番の元素およびYを指す「カシュー⁸⁾マルテンサイトを生成しない⁹⁾これも充分す。

上記の成分を有するステンレス鋼を熱処理して、ために硬化水素含有環境における割れ感受性を増マルテンサイト組織とし所定の強度を付与するに至る。加させたためである。合紙を併用し、際し、オーステナイト化温度を900~1100℃と、焼成焼戻し後の冷却における冷却速度を空冷以上のしたのは、900℃より低い温度ではオーステナイト化が充分ではなく従って必要な強度を得る程は、脆性が低下するためである。逆にすると困難だからであり、オーステナイト化温度が本発明鋼は通常の熱間圧延によって鋼板として1100℃を超えると結晶粒が著しく粗大化して硬化水素含有環境における割れ抵抗が低下するようになるので、オーステナイト化温度は900~1100℃とした。

冷却速度としたのは、空冷よりも遅い冷却速度で

て使用することが可能であるし、熱間押出あるいは熱間圧延によって钢管として使用することも可能であるし、棒あるいは線として使用することも勿論可能である。本発明鋼は、油井管あるいはラ

インバイプとしての用途のほか、バルブやポンプの部品として多くの用途がある。

におけるある材料の腐食速度が 0.1 mm/y 以下の場合、材料は十分耐食的であり使用可能であると

(实施例)

以下に本発明の実施例について説明する。

試験としては、NACE(米国腐食技術者協会)の定

第1表に示す成分のステンレス鋼を溶型し、熱間圧延によって厚さ12mmの鋼板とした後、第1表に併せて示す条件で焼入れ焼戻し処理を施していざれも0.2%オフセット耐力が5.6kg/mm²以上の中の高強度ステンレス鋼とした。なお、第1表中の焼戻し温度はいずれも各鋼のA_{c1}温度以下の温度である。次にこれら鋼材から試験片を採取して温炭酸ガス環境における腐食試験、および硫化水素含有環境における割れ試験(SCC試験)を行なった。温炭酸ガス環境における腐食試験としては、厚さ3mm、幅1.5mm、長さ5.0mmの試験片を用いて試験温度-15~0°Cおよび-20~0°Cのオートクレーブ中で炭酸ガス分圧4.0気圧の条件下に15%NaCl水溶液中に30日間浸漬して、試験前の重量変化から腐食速度を算出した。腐食速度めている標準試験法であるNACE規格TM-01-77に従つて試験したが、硫化水素分圧は0.1気圧、試験温度は120°Cとじた上記の条件で5%NaCl+0.5%酢酸水溶液中に土壠した試験片に一定の単軸引張応力を負荷して、7~20時間以内に破断するか否かを調べた。試験応力は各編成の0.2%オフセット耐力の6.0%の値とした。

の単位は $\mu\text{m}/\text{y}$ で表示したが、一般的にある環境

特開平3-75336(6)

試験片A₁はAISI 4-2-0鋼であり、No.3-0は9Cr-1Mo鋼である。試験結果によれば、試験片A₁は、あらて、いずれも従来から温潤炭酸ガス環境で使われる比較的耐食性の悪い鋼である。一方、本研究で用されている従来鋼である試験片A₁は、その耐食性が著しく悪く、試験片A₁と試験片A₂を第1表から明らかに本免銹鋼である鋼No.3-0と比較すると、本免銹鋼は、試験片A₁～A₈に比して、温潤炭酸ガス環境において200℃で最も腐食速度が速い。これは、本免銹鋼は、他の鋼に比して、高濃度の硫酸イオン濃度が非常に高い環境であっても、その耐食性が良好であることを示すものである。即ち、本免銹鋼は、実用的に使用可能な腐食速度である0.1mm/yよりよほど速い結果を得た。一方、試験片A₁～A₈よりも腐食速度が小さくかつ硫化水素含有環境における割れ試験においても破断していないことがわかった。これは、本免銹鋼は、優れた耐食性と耐応力腐食割れ性を有していることを示すものである。このことから、本免銹鋼は、わが国においては、これに対しても比較鋼である鋼No.3-0よりは優秀であるといえる。試験片A₂～A₄は温潤炭酸ガス環境において150℃で、試験片A₅～A₈は200℃で、既に腐食速度が0.1mm/yを大きく上回っており、その原因を検討する。試験片A₁～A₈において、かつ硫化水素含有環境における割れ試験においては、すべての試験片が、試験片A₁～A₈において破断している。これは、本免銹鋼は、他の鋼に比して、高濃度の硫酸イオン濃度が非常に高い環境であっても、その耐食性が良好であることを示すものである。

第1表 各種鋼の耐食試験結果

試験 番号	試験 番号	成分(%)												熱処理	試験結果			SCL 試験 結果			
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	P	S	O	Ca	Al	W	耐食性 試験 結果	耐食性 試験 結果	耐食性 試験 結果				
A ₁	1	0.003	0.11	1.29	16.64	3.54	0.030	0.074	N.A.	N.A.	N.A.	—	V.E.	E.C.	1000℃, 空冷	650℃, 空冷	○	○	○		
A ₂	2	0.012	0.13	1.25	16.33	3.59	0.033	0.085	N.A.	N.A.	N.A.	—	V.E.	E.C.	1000℃, 空冷	650℃, 空冷	○	○	○		
A ₃	3	0.023	0.10	1.23	15.20	3.56	0.034	0.054	N.A.	N.A.	N.A.	—	V.E.	E.C.	1000℃, 空冷	650℃, 空冷	○	○	○		
A ₄	4	0.010	0.08	1.35	16.55	3.60	0.033	0.102	N.A.	N.A.	N.A.	—	V.E.	E.C.	1000℃, 空冷	650℃, 空冷	○	○	○		
A ₅	5	0.015	0.15	1.38	16.49	3.62	0.025	0.076	0.012	0.004	N.A.	—	—	—	1000℃, 空冷	620℃, 空冷	○	○	○		
A ₆	6	0.011	0.14	1.37	16.45	3.51	0.027	0.084	0.013	0.003	0.002	—	—	—	1000℃, 空冷	620℃, 空冷	○	○	○		
A ₇	7	0.012	0.14	1.30	15.48	3.65	0.025	0.082	0.015	0.003	0.003	0.84	V.E.	E.C.	1000℃, 空冷	620℃, 空冷	○	○	○		
A ₈	8	0.010	0.10	1.35	16.52	3.73	0.020	0.089	0.018	0.003	0.003	1.64	V.E.	E.C.	1000℃, 空冷	630℃, 空冷	○	○	○		
A ₉	9	0.009	0.09	16.53	3.52	0.031	0.033	0.005	0.001	0.002	0.59	1.14	0.53	—	1000℃, 空冷	650℃, 空冷	○	○	○		
A ₁₀	10	0.009	0.08	16.50	3.48	0.054	0.080	0.020	0.001	0.002	—	—	—	110.029	1000℃, 空冷	630℃, 水冷	○	○	○		
A ₁₁	11	0.013	0.34	0.66	15.17	2.58	0.013	0.065	N.A.	0.002	0.003	—	—	—	V.O.076	1000℃, 空冷	650℃, 空冷	○	○	○	
A ₁₂	12	0.022	0.35	0.59	15.21	2.52	0.015	0.056	0.009	N.A.	0.003	0.01	0.01	—	Mo.004	1000℃, 空冷	650℃, 空冷	○	○	○	
A ₁₃	13	0.005	0.34	0.65	15.19	2.72	0.017	0.054	0.019	0.002	N.A.	0.01	0.01	—	14.021	R.I. 3	950℃, 水冷	650℃, 空冷	○	○	○
A ₁₄	14	0.006	0.34	0.63	15.23	2.61	0.015	0.056	0.018	0.002	0.002	—	—	—	950℃, 水冷	650℃, 空冷	○	○	○		
A ₁₅	15	0.005	0.36	0.70	15.27	2.50	0.016	0.059	0.015	0.001	0.001	—	—	—	V.O.033, Z.O.022	950℃, 水冷	650℃, 水冷	○	○	○	
A ₁₆	16	0.005	0.35	0.61	15.25	2.67	0.016	0.059	0.011	0.002	0.003	0.01	0.01	—	V.O.038, Mo.056	950℃, 水冷	650℃, 空冷	○	○	○	
A ₁₇	17	0.006	0.34	0.45	15.17	1.74	0.018	0.033	0.015	0.005	0.004	—	—	—	Ca.008, O.8	950℃, 水冷	650℃, 水冷	○	○	○	
A ₁₈	18	0.007	0.33	0.52	15.20	1.79	0.021	0.060	0.010	0.001	0.002	0.01	—	—	REO.004	950℃, 水冷	950℃, 水冷	○	○	○	

（注）試験結果中の「—」は、試験結果が得られなかったことを示す。また、試験結果中の「○」は、試験結果が得られたことを示す。

BEST AVAILABLE COPY

第 1 表(つづき)

No.	成 分 (%)	熱 处 理														耐食試験結果*		SCC 現 象
		C	Si	Mn	Cr	Ni	AI	N	P	S	O	Ca	Mo	W	その他	オーステナイト (化成温度) および冷却 速度	焼成し溶体化 および冷却 速度	化成温度 150°C
本 充	19 0.014 0.13 0.55 16.04 3.72 0.022 0.084 N.A. N.A. N.A. — 1.00 — Ca0.004	1050°C, 空冷	700°C, 空冷	○	○	○												
	20 0.015 0.17 0.57 16.01 3.78 0.021 0.044 0.012 0.002 0.003 — — Ni0.015, Ca0.006	1030°C, 空冷	650°C, 空冷	○	○	○												
	21 0.014 0.15 0.55 16.06 3.62 0.022 0.049 0.023 0.005 N.A. 0.77 1.49 —	1030°C, 空冷	670°C, 空冷	○	○	○												
	22 0.013 0.14 0.54 16.05 3.70 0.020 0.046 0.012 0.003 0.003 — — V0.055, Ti0.038 Nb0.031	1030°C, 空冷	630°C, 空冷	○	○	○												
	23 0.016 0.14 1.53 16.15 3.59 0.019 0.067 0.012 0.003 0.002 0.51 — — Zr0.030, Ta0.011, Hf0.024	1000°C, 空冷	630°C, 空冷	○	○	○												
	24 0.015 0.12 1.06 16.14 3.63 0.022 0.069 0.018 0.002 0.002 — 0.44 0.58 Ti0.028, Zr0.015, Ta0.030	1000°C, 空冷	630°C, 空冷	○	○	○												
	25 0.013 0.43 1.10 16.10 3.65 0.008 0.072 0.017 0.003 0.003 0.50 — 0.37 V0.022, Nb0.13, Ca0.004	1000°C, 空冷	630°C, 空冷	○	○	○												
	26 0.008 0.25 1.07 15.52 3.04 0.031 0.082 0.015 0.002 0.002 — 0.96 0.81 Nb0.058, Zr0.020, Nb0.004	1050°C, 空冷	650°C, 空冷	○	○	○												
明 94	27 0.007 0.24 1.13 15.45 3.16 0.032 0.084 N.A. N.A. N.A. — 0.58 0.11 Ti0.008, Nb0.005, Ca0.006	1030°C, 空冷	660°C, 空冷	○	○	○												
	28 0.008 0.27 1.09 15.58 3.17 0.030 0.082 0.017 0.002 0.002 0.37 0.93 0.24 V0.057, Ti0.031, Nb0.047	1030°C, 空冷	650°C, 空冷	○	○	○												
比 較 例	29 0.204 0.30 0.43 12.94 — 0.029 0.007 0.010 0.003 0.004 0.50 — —	1000°C, 空冷	720°C, 空冷	×	xx	×												
	30 0.118 0.29 0.50 9.05 — 0.026 0.008 0.012 0.004 0.003 — 1.11 —	1000°C, 空冷	710°C, 空冷	xx	xx	x												
	31 0.120 0.54 0.36 14.63 — 0.033 0.009 0.022 0.003 0.005 0.24 — —	1050°C, 空冷	710°C, 空冷	x	xx	x												
	32 0.022 0.55 0.40 13.46 0.74 0.039 0.017 0.023 0.002 0.005 0.81 0.46 —	1000°C, 沸騰	650°C, 空冷	x	x	x												
	33 0.227 0.24 0.34 15.14 0.51 0.020 0.005 0.013 0.003 0.004 — 0.55 — Ca0.005	1030°C, 空冷	650°C, 空冷	x	xx	x												
	34 0.152 0.31 0.44 12.65 — 0.030 0.025 0.019 0.004 0.004 — — 0.42	1000°C, 空冷	640°C, 空冷	xx	xx	x												

* 試験条件: 15%CuCl₂水溶液, CO₂分圧4.0気圧, 720時間
N.A.: 分析せず

(発明の効果)

以上述べたように、本発明は温潤炭酸ガス環境における優れた耐食性と温潤硫化水素による割れに対して高い割れ抵抗を有する鋼およびその製造方法を提供することを可能としたものであり、産業の発展に貢献するところ極めて大である。

特許出願人 新日本製鐵株式会社

代理人大関和夫

